

Bioagro 30(2): 125-134. 2018

EFFECTOS DE LA SIEMBRA Y EL TRASPLANTE A RECIPIENTE CÓNICO EN EL CRECIMIENTO DE *Pithecellobium dulce* Y *Platymiscium diadelphum* EN VIVERO

Solenny Parra¹ y Norberto Maciel¹

RESUMEN

Atendiendo al potencial para el arbolado urbano de áreas tropicales secas con *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth y *Platymiscium diadelphum* S. F. Blake y la importancia del recipiente de propagación en el crecimiento y conformación de las raíces de plantas leñosas, se estudió la siembra y trasplante de ambas especies en dos tipos de recipientes cónicos (diseñados para la producción de forestales) en fase inicial de vivero. Los tratamientos consistieron en (T₁): semillas de ambas especies, propagadas mediante siembra en tubetes cónicos; (T₂): semillas de las dos especies sembradas en tubetes para raíz pivotante; y (T₃): plantas propagadas como en T₁ y trasplantadas al recipiente usado en T₂. Las evaluaciones se iniciaron a los 30 días después de iniciado el ensayo y se prolongaron durante 90 días. Se determinaron las siguientes variables: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, longitud de raíces, biomasa seca de la parte aérea y raíces. Los datos registrados permitieron estimar la relación de biomasa seca aérea/biomasa seca raíces, índice de esbeltez e índice de calidad de Dickson. Estas variables biométricas e índices morfológicos se utilizaron para caracterizar cuantitativa y cualitativamente el crecimiento de ambas especies los cuales indicaron que las plantas cumplen con las características de calidad y potencial para la sobrevivencia al trasplante durante el período de evaluación. El tubete para raíz pivotante (especialmente el T₃) favoreció la mejor distribución, disposición y conformación del cepellón.

Palabras clave adicionales: Siembra, trasplante, tubete

ABSTRACT

Effect of sowing and transplantation to conical container on the initial growth of *Pithecellobium dulce* and *Platymiscium diadelphum*
Considering the potential for the urban tree planting of dry tropical areas of *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth and *Platymiscium diadelphum* S.F. Blake and the importance of the container on the initial growth and conformation of the roots in woody plants, sowing and transplantation were studied in both species in two types of conical containers (designed to produce forestry plants). The treatments consisted of (T₁): seeds propagated by seeding in conical tubes; (T₂): seeds sown in tubes for pivoting roots; and (T₃): seeds sown as in T₁ and later transplanted to the same container used in T₂. The evaluations were started 30 days after the start of the trial and extended for 90 days, determining the following variables: height of the plant, stem diameter, number of leaves, leaf area, relative chlorophyll index, length of roots, dry mass of aerial part and roots. The data allowed to calculate the ratio of dry mass of aerial part/roots, slenderness index, and Dickson index. These biometric variables and morphological indices were used to quantitatively and qualitatively characterize the growth of both species, which indicated that the plants meet the quality characteristics and potential for transplant survival during the evaluation period. The T₃ favored the best distribution, arrangement and conformation of the root ball.

Additional key words: Sowing, transplant, propagation tube

INTRODUCCIÓN

La presencia del componente vegetal en las zonas urbanas es indispensable para mantener la calidad de vida de las personas (Nowak y Crane, 2002; Kuo, 2003). Vogt et al. (2015) señalan que el modelo de sostenibilidad de los bosques urbanos se fundamenta en que los árboles que se

incorporan deben cumplir con parámetros de calidad y que el éxito se mide en la supervivencia y tasa de crecimiento del árbol. Por lo tanto, es necesaria la información relacionada con el diseño arquitectural y los principios de selección y propagación de las especies arbóreas.

Con la finalidad de promover el crecimiento y vigor de los árboles previo al trasplante definitivo

Recibido: Noviembre 20, 2017

Aceptado: Abril 23, 2018

¹ Laboratorio de Ornamentales y Semillas Hortícolas, Posgrado de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Apdo. 400. Barquisimeto, Venezuela. e-mail: solennyparra@ucla.edu.ve; norbertomaciel@ucla.edu.ve

es indispensable la selección del contenedor o recipiente a utilizar en el vivero, uno de los componentes esenciales en el manejo de especies leñosas arbustivas (Landis et al., 1990). Su selección depende de las características morfo-funcionales de la especie (Chirino et al., 2008) y deben presentar dimensiones uniformes, ser fácilmente manejables en el vivero y prácticos al momento de trasladarlos a la zona de plantación, y posibilitar la mecanización en las prácticas de siembra y trasplante (Lisboa et al., 2012).

Los contenedores proveen soporte físico a la planta mientras que ésta permanece en el vivero, promueven una adecuada formación de sistema de raíces secundarias funcionales hacia todos los lados del cepellón y contribuyen a una máxima sobrevivencia y crecimiento inicial en campo.

Con la finalidad de estimar la calidad de las plantas en vivero se han desarrollado índices que permiten predecir el comportamiento posterior al trasplante a partir de mediciones de variables biométricas. Uno de ellos es la relación entre la biomasa seca de la parte aérea y las raíces (BSA/BSR) que determina la proporción real entre el tallo y la raíz como predictor del éxito de las plantas una vez que son trasladadas al campo (Noguera et al., 2014; Muñoz et al., 2015).

El índice de esbeltez relaciona la altura de la planta y su diámetro (Birchler et al., 1998) y puede reflejar la resistencia de la planta al efecto del viento. Posee valores referenciales específicos para especies del área forestal.

El índice de calidad de Dickson es uno de los parámetros más completos para validar la calidad de plántulas y resulta de integrar los valores de biomasa total, el índice de esbeltez y la relación parte aérea/raíz (Dickson et al., 1960). Se emplea para predecir el comportamiento de especies de coníferas al trasplantarlas en campo (Birchler et al., 1998) y su valor establecido previamente por Hunt (1990) es que debe ser mayor a 0,20.

Se ha determinado que los árboles de la familia Fabaceae poseen la cualidad de exhibir mayores tasas de crecimiento posterior al trasplante (Vogt et al., 2015) lo cual facilita la selección de las leguminosas. Por ejemplo, el género *Pithecellobium* se incluye dentro de las especies arbóreas que soportan condiciones de sequía por largo periodos de tiempo sin ver limitadas sus funciones de desarrollo y crecimiento, lo que les permite sobrevivir y adaptarse a climas áridos y

semiáridos (Ferrari y Wall, 2004). Entre los árboles de zonas áridas de la familia Fabaceae en el estado Lara que ocasionalmente forman parte del arbolado urbano se encuentran *Pithecellobium dulce* y *Platymiscium diadelphum*.

Considerando el potencial ornamental y características de tolerancia a las condiciones ambientales de ambas especies, se realizó este estudio con la finalidad de caracterizar los efectos de la siembra y trasplante sobre el crecimiento en dos tipos de tubetes de ambas especies durante las primeras etapas en el vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se condujo bajo condiciones de umbráculo en las instalaciones del Posgrado de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado ubicado en Cabudare, estado Lara, Venezuela (10°01' N, 69°16' W, 495 msnm).

Se colectaron frutos maduros de *P. dulce* (yacure) y *P. diadelphum* (roble amarillo) y se seleccionaron las semillas según la uniformidad del tamaño y coloración de la cubierta seminal, así como por la ausencia de daños aparentes o malformaciones. Antes de la siembra, las semillas se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % durante 1 min y seguidamente fueron enjuagadas con agua destilada. Posteriormente, se les aplicó un tratamiento pregerminativo de remojo con agua a temperatura ambiente durante 24 h.

El sustrato consistió en una mezcla pasteurizada de aserrín de coco, cáscara de arroz y suelo franco arenoso (2:1:1 en volumen).

Se utilizaron dos tipos de tubetes de polipropileno y de color negro. El tubete denominado “para enraizamiento” estaba agrupado en bandejas de 50 unidades de forma cónica y sección cuadrada, de borde superior liso, sin estrías internas, con extremo inferior redondeado y sin aberturas laterales, con 12 cm de profundidad y 108 cm³ de volumen (Figura 1a). El segundo tipo de tubete denominado “para raíz pivotante” es de tipo individual, de forma cónica, sección circular y borde reforzado. Tiene seis estrías internas a lo largo del tubete y en el extremo inferior posee cuatro aberturas laterales. La profundidad es de 15,2 cm y el volumen de 144 cm³ (Figura 1d).

En el tratamiento T₁ se utilizó el tubete para

enraizamiento, mientras que en el tratamiento T₂ se empleó el tubete para raíz pivotante. En ambos casos las semillas se sembraron directamente y las plántulas permanecieron en dichos tubetes durante todo el ensayo. El T₃ correspondió al 50 % de plantas provenientes del tratamiento T₁ que luego se trasplantaron a los tubetes para raíz pivotante a los 25 dds en el caso de *P. dulce* y 30 dds, en el caso de *P. diadelphum*.

Para determinar el momento en que se realizarían las mediciones se consideró como punto de partida el momento del trasplante (T₃); a partir de esa fecha se contabilizaron 30 días para la primera medición, cuando las plantas de *P. dulce* contaban con 55 días a partir de la siembra y las de *P. diadelphum* con 60 días, y se repitieron a intervalos de 30 días.

Las muestras estuvieron conformadas por 25 plantas seleccionadas al azar, en cada una se midió la altura de la planta desde el nivel del sustrato hasta la yema apical, número de hojas totalmente expandidas, diámetro del tallo principal a 1 cm por encima del sustrato. Las variables destructivas consistieron en la medición de la biomasa seca de la parte aérea y de las raíces luego de separarlas a nivel del cuello de la planta; las raíces se lavaron para eliminar los residuos de sustrato, recuperándose las de menor diámetro con la ayuda de un tamiz. La biomasa seca se midió luego de someter las muestras a estufa a 80 °C durante 72 horas. Para estimar el área foliar y longitud total de raíces se utilizó un escáner Hp ScanJet 5370C para capturar la imagen de cada muestra y posterior empleo de la aplicación del programa ImageJ 1.42q.Java.

Así mismo, se calcularon los índices de esbeltez (IE) y de Dickson (ID) a través de las siguientes fórmulas:

$$IE = \frac{\text{Altura de Tallo (cm)}}{\text{Diámetro de Tallo (mm)}}$$

$$ID = \frac{\frac{\text{Peso Seco Total (g)}}{\text{Altura de Tallo (cm)}}}{\frac{\text{Peso Seco del Tallo (g)}}{\text{Diámetro de Tallo (mm)}} + \frac{\text{Peso Seco de Raíces (g)}}{\text{Diámetro de Tallo (mm)}}}$$

La relación entre la biomasa seca de la parte aérea y de las raíces se obtuvo del cociente directo de ambas variables para cada fecha de evaluación.

En cuanto al manejo hortícola, las plantas fueron regadas con frecuencia interdiaria, la fertilización se realizó cada 15 días a partir de los 30 dds utilizando el producto líquido Solub 20-20-

20 a razón de 2 g·L⁻¹. Las malezas fueron controladas manualmente.

Los datos obtenidos se compararon usando el programa estadístico Statistix versión 8.0 a través del análisis de la varianza y prueba de medias de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

***Pithecellobium dulce*.** Se encontraron diferencias significativas en las variables biométricas en la evaluación a los 55 dds (Figura 2); en la mayoría de estas variables el T₁ superó al T₂ y al T₃ en varias de ellas. Sin embargo, el T₂ superó al T₁ y T₃ en la biomasa de la raíz pero fue superado por estos tratamientos en la biomasa seca aérea. A los 85 dds, de nuevo, el T₂ presentó los menores valores siendo inferior al T₁ y T₃ en la biomasa seca, altura de la planta y el número de hojas. A los 115 dds el T₂ fue superado ($P \leq 0,05$) por T₁ y T₃ en biomasa seca aérea, área foliar y longitud de raíces. La biomasa seca de las raíces no fue afectada por los distintos tratamientos en las evaluaciones de los 85 y 115 dds.

A los 55 dds el T₃ superó al T₂ en área foliar, diámetro del tallo y biomasa seca aérea. A los 85 dds fue superior en la altura de la planta y el número de hojas. En la evaluación final (115 dds), el T₃ superó al T₂ en casi todas las variables biométricas (altura de la planta, área foliar, diámetro del tallo y longitud de raíces) (Figura 2).

Independientemente del tratamiento, se observó que el crecimiento en altura de la planta, diámetro del tallo, área foliar y longitud de raíces, fue rápido en el lapso de 30 días comprendidos entre de 55-85 dds y lento en el comprendido entre 85-115 dds.

Para el índice de esbeltez se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) a los 55 y 85 dds (Figura 2). En la primera evaluación las plantas sometidas al cambio de contenedor (T₃) superaron al T₁ y T₂, pero fueron superadas por éstos en la evaluación siguiente (85 dds). En la relación BSA/BSR hubo un comportamiento similar y el T₃ superó inicialmente al T₂ pero fue luego superado por éste. No se detectaron diferencias en el índice de calidad de Dickson en ninguna de las evaluaciones.

Los resultados de las variables biométricas indican que entre los tratamientos que involucraron el tubete de raíz pivotante, el T₃

superó al T₂ en la mayoría de las variables, y sugieren que en *P. dulce* el tratamiento más satisfactorio para obtener plantas de mejor calidad es el T₃, es decir, el trasplante a tubete de raíz pivotante (Figura 1e). En este tipo de tubete las

raíces reciben continuas podas una vez que proyectan sus extremos fuera del sustrato a través de las aberturas laterales del recipiente ya que las raíces en contacto con el aire detienen su crecimiento.

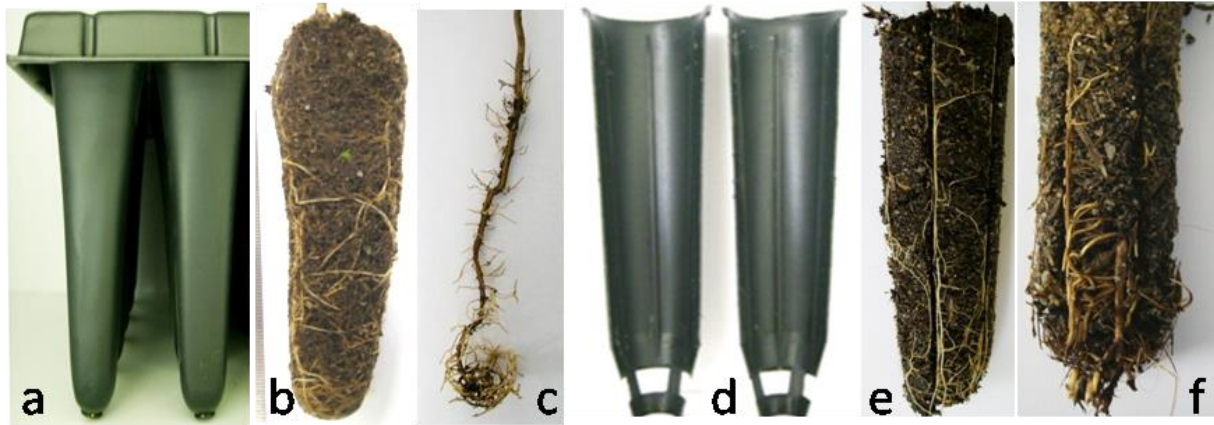


Figura 1. Características de los tubetes para enraizamiento (a) y para raíz pivotante (d). Cepellón de *Pithecellobium dulce* (b) y de *Platymiscium diadelphum* (c) en tubetes para enraizamiento. Cepellón de *P. dulce* (e) y de *P. diadelphum* (f) en tubetes para raíz pivotante, a los 115 y 120 días después de la siembra, respectivamente

En otras investigaciones se ha encontrado que la geometría del contenedor ejerció influencia directa en el crecimiento de las plantas (Al-Zalzaleh, 2009) y que el grosor de las raíces laterales desarrolladas después de la poda no contribuyeron a aumentar significativamente la biomasa seca de las raíces. Esta restricción del crecimiento fue observada por Ouma (2007) quien concluyó que la limitación del desarrollo del sistema de raíces por las paredes del contenedor está relacionada con la necesidad de una constante reposición de agua para evitar el déficit hídrico.

Los ensayos permitieron constatar que el diseño del contenedor para raíz pivotante ofreció ventajas adicionales cuando se comparó con el tubete para enraizamiento, ya que se obtuvieron raíces compactas y bien estructuradas (Figura 1e). En tal sentido, Gilman et al. (2010) señalaron que el diseño de los contenedores modifica drásticamente la morfología de las raíces porque favorecen la poda por el contacto con el aire o poseen alguna sustancia química que recubre las paredes internas. Burkhart (2006) demostró que con el aumento de profundidad de los contenedores, la incorporación de costillas internas, los orificios laterales, la eliminación del fondo y la reducción del diámetro se favoreció

positivamente la sobrevivencia al trasplante de *Quercus agrifolia*, *Rhus integrifolia* y *Malosma laurina* en hábitat xerofítico.

Aunque el tubete para enraizamiento (T₁) favoreció la respuesta en algunas variables en la fase de vivero de *P. dulce*, la distribución de las raíces en este contenedor no fue el óptimo y las mismas continuaron creciendo en forma de espiral (Figura 1c) al alcanzar el fondo de la celda, desfavoreciendo el crecimiento y la sobrevivencia de los árboles (Burkhart, 2006). Este resultado coincidió con lo reportado por Barajas et al. (2004) al evaluar plantas testigos de *Pinus greggii* propagadas en bolsas sin recubrimiento de cobre.

Los resultados obtenidos para el índice de esbeltez señalaron que a medida que transcurrió el tiempo de evaluación, los valores aumentaron en todos los tratamientos, alcanzando índices cercanos a 15, es decir, las plantas se hicieron menos robustas y con menor resistencia física ante la acción del viento. Sin embargo, a pesar de ello, Zumkeller et al. (2009) consideraron que un valor de 15 fue satisfactorio en plantas de *Tabebuia heptaphylla* producidas en tubetes de 13 cm de altura y 160 cm³ de volumen, las cuales sobrevivieron al trasplante.

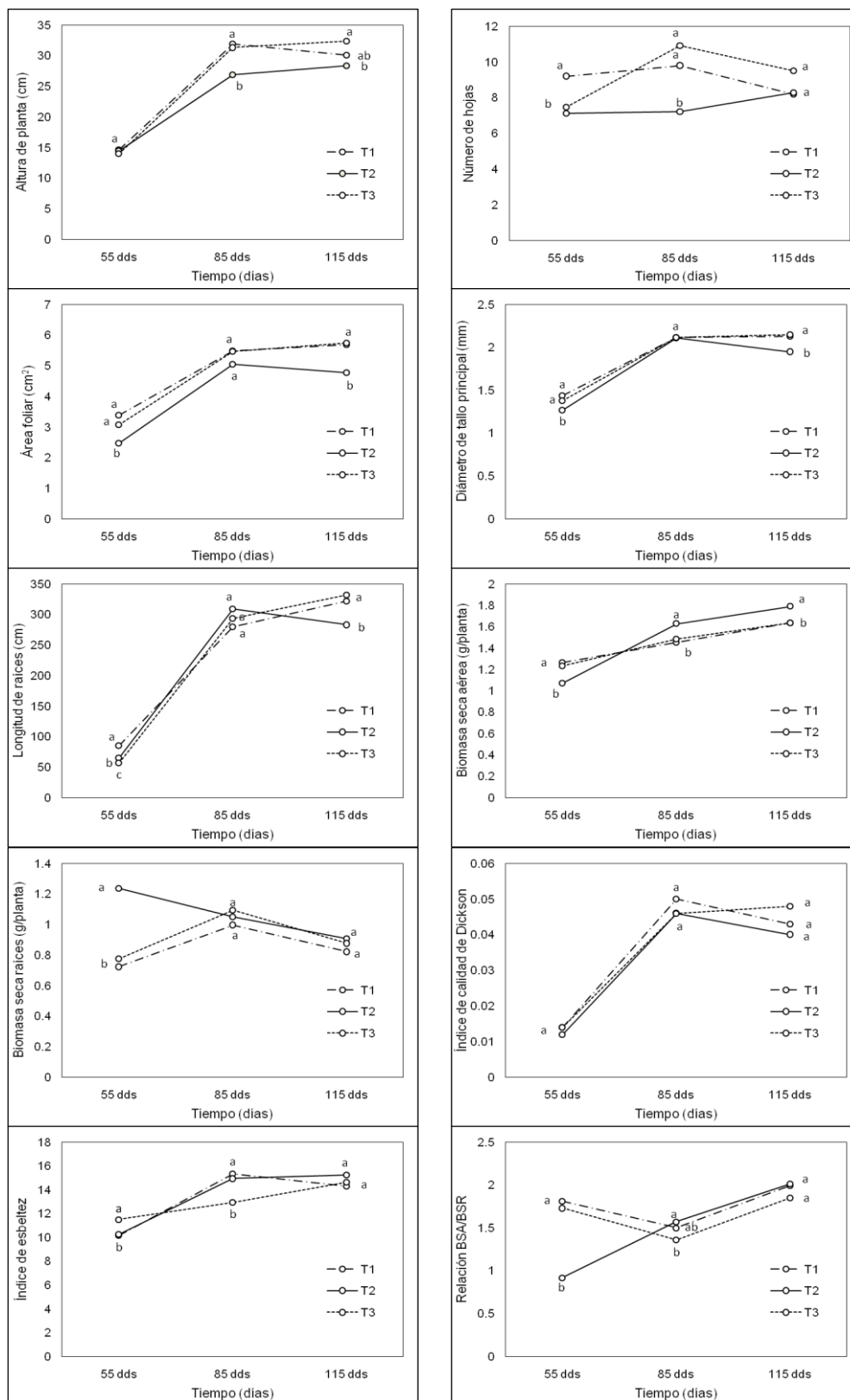


Figura 2. Efecto de la siembra y trasplante en tubetes sobre variables biométricas e índices de calidad en *Pithecellobium dulce* en condiciones de vivero

De forma similar, Román et al. (2001) encontraron valores del índice de esbeltez cercanos a 12 en *Pinus greggii*. La velocidad de crecimiento de *P. dulce* coincide con lo reportado en *Leucaena leucocephala* ante la estimación del índice de esbeltez, lo que indica que en poco tiempo esta especie es capaz de ganar más altura que grosor del tallo. Por otra parte, sería conveniente evaluar el crecimiento de *P. dulce* en un contenedor de mayor volumen dado que Roque et al. (2017) encontró que un recipiente de 288 cm³ proporcionó mejores resultados en leguminosas como *Caesalpinia peltophoroides*. Por su parte, Gusmão et al. (2017) recomendaron tubetes de 300 cm³ para la especie *Shizolobium parahyba* al compararlos con contenedores de 50 y 110 cm³.

El índice de calidad de Dickson indicó que las plantas se encontraban por debajo del nivel de 0,20 establecido por Hunt (1990). Según Oliet et al. (1999) el índice de esbeltez y la relación BSA/BSR difieren al clasificar la calidad de la planta, cuando se comparan con el índice de Dickson. En éste, la biomasa tiene alta correlación con la supervivencia en campo y con la consistencia del diámetro del tallo. Un índice alto representaría que las plantas tienen mejor calidad y al mismo tiempo que las fracciones aérea y radical están equilibradas.

***Platymiscium diadelphum*.** A los 60 dds se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0,01$) en la altura de la planta, número de hojas, diámetro de tallo, masa seca aérea y de raíces, longitud de raíces e índices de calidad de las plantas (Figura 3). En esta fecha de medición el T₁ fue superior a los otros tratamientos en la biomasa seca de raíz. Igualmente, el T₃ superó al T₂ en la biomasa seca aérea pero a los 120 dds el comportamiento fue a la inversa. Por su parte, a los 90 dds, el T₁ superó a los otros tratamientos en la altura de la planta, diámetro del tallo y longitud de las raíces.

A los 90 dds, el T₁ superó al T₂ ($P \leq 0,01$) en todas las variables biométricas (a excepción de la biomasa de raíces). Se destaca también que el T₃ superó al T₂ en la mayoría de estas variables. En esta fecha de evaluación, los tratamientos T₁ y T₃ se agruparon en la misma categoría para las variables área foliar, longitud total de raíces y biomasa seca de la parte aérea. A los 120 dds la respuesta no fue consistente entre los distintos tratamientos.

A diferencia de *P. dulce* en esta especie se observó que, en promedio para los distintos tratamientos, el crecimiento en área foliar y longitud

de raíces fue lento en los primeros 30 días de evaluación y rápido en el siguiente lapso de 30 días.

En cuanto al índice de Dickson el T₃ superó al T₂ en las tres fechas de evaluación (Figura 3). Similar respuesta ocurrió para el índice de esbeltez a los 60 y 120 dds.

La capacidad del contenedor y la velocidad de crecimiento de las raíces afectan el tiempo que la planta permanece en el vivero ya que en plántulas que desarrollan una mayor densidad de raíces en contenedores pequeños promueven la rápida disminución del agua disponible lo que a la larga puede ocasionar la senescencia de la planta (Amaral et al., 2018).

La altura de la planta, el diámetro del tallo y la longitud de las raíces de *P. diadelphum* fueron favorecidos por el uso de tubetes para enraizamiento (T₁).

Gilman (1990) consideró que para aumentar el volumen de las raíces es necesario que se regeneren nuevas debido a las podas frecuentes que ocurren en sus extremos.

Estos resultados complementan los señalamientos realizados por Pineda et al. (2004) quienes señalaron que un incremento en el diámetro del tallo le brinda mayor soporte y resistencia a la planta ante la variación en la velocidad del viento, dureza del suelo y disminuye el daño ante condiciones de calor o sequía debido a la presencia de mayor cantidad de sustancias de reservas. Así mismo, Tsakaldini et al. (2005) concluyeron que el diámetro del tallo y la altura de la planta son parámetros recomendables para predecir el comportamiento de las plantas al llevarlas a campo abierto.

Se observó que en el tubete para enraizamiento (T₁) se formaron raíces circulares al llegar al fondo, lo cual representó una desventaja en la conformación del mismo originada durante las fases iniciales de crecimiento (Figura 1c), lo que no ocurrió en las plantas que se desarrollaron en los tubetes para raíz pivotante (Figura 1f), donde el diseño del contenedor permitió la poda de las raíces cuando éstas entraban en contacto con el aire. Las raíces que permanecieron en el fondo del contenedor para enraizamiento podrían presentar a largo plazo daños irreversibles en el sistema radical y en el tallo luego que el árbol ha sido trasplantado al sitio definitivo, por ende, afectaría su sobrevivencia al limitar la exploración de las raíces en el perfil del suelo para absorber el agua y nutrientes (Burkhart, 2006).

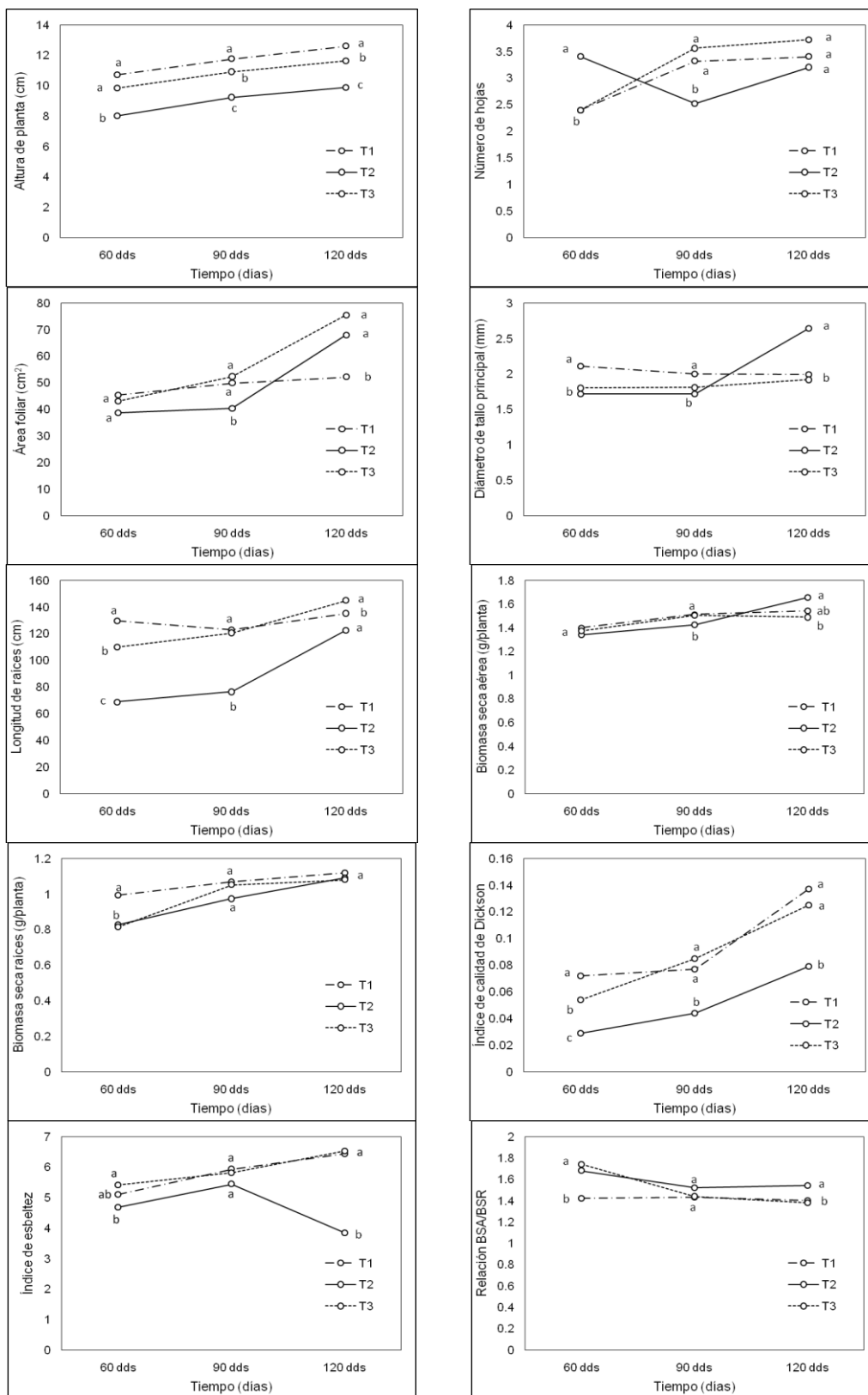


Figura 3. Efecto de la siembra y trasplante en tubetes sobre variables biométricas e índices de calidad en *Platymiscium diadelphum* en condiciones de vivero

Mateo et al. (2011) señalaron como adecuada una relación de BSA/BSR ligeramente superior a 2,0. De acuerdo con dicho valor de referencia, se observa que en los tratamientos T₂ y T₃ la especie *P. diadelphum* se encuentra cercana al límite para cumplir con este parámetro de calidad al inicio de las evaluaciones (Figura 3). En el caso de *P. dulce* no hubo diferencias entre los tratamientos y todos se aproximaron al valor de 2,0 al final del experimento (Figura 2).

El uso de contenedores para raíz pivotante permitió corroborar el control del mismo sobre la deformación del sistema de raíces, debido a su diseño que favoreció la poda de las mismas permitiendo obtener un conjunto de raíces compactas y con numerosas raíces secundarias (Gilman, 1990) de manera que puede garantizar la obtención de plantas de *P. diadelphum* de mejor calidad.

En esta investigación se observó que todos los valores estimados en los tres tiempos de medición tuvieron un índice de esbeltez dentro de un rango aproximado de 4,0-6,5 el cual se considera adecuado y permite sugerir que las plantas de *P. diadelphum* se encuentran en condiciones para soportar operaciones de trasplante y podrían ofrecer resistencia ante el efecto mecánico del viento. Un caso similar fue reportado en plantas de *Pinus pseudostrobus* las cuales obtuvieron un índice de esbeltez de 6,55 (Reyes et al., 2005). En el caso de *Gliricidia sepium* se considera que un valor de índice de esbeltez superior a 6,0 se relaciona con plantas muy elongadas, y por ende los árboles no resistirían vientos fuertes (Orozco et al., 2010).

Los resultados de la última medición mostraron que los valores del índice de calidad de Dickson se acercaron al valor mínimo de 0,20 sugerido por Hunt (1990), aunque ninguno lo superó. De acuerdo a la especie vegetal se han propuesto otros rangos, tal es el caso de *Pinus ponderosa* cuyo rango deseable para este índice se encuentra entre 0,70 y 0,80 (Olivo y Buduba, 2006). Siguiendo este criterio, entre las plantas de *P. diadelphum* en los tubetes para raíz pivotante, las correspondientes al T3 superaron a las del T2 en todas las evaluaciones, por lo que estarían más cercanas a cumplir con las condiciones morfológicas para soportar el trasplante en campo.

CONCLUSIONES

Entre los tratamientos evaluados en la siembra y trasplante para *P. dulce* y *P. diadelphum*, el trasplante a tubete usado para plantas de raíz pivotante (T₃) favoreció una mejor distribución, disposición y conformación del cepellón debido al diseño del contenedor.

Aunque en el tubete para enraizamiento (T₁) las plantas de ambas especies presentaron varias características favorables, el hecho de que hubo formación de raíces circulares representa una gran desventaja en la conformación del sistema de raíces.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT), de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, por la subvención 020-AG-2013 a esta investigación.

LITERATURA CITADA

1. Al-Zalzaleh, H. 2009. Root and shoot growth of *Acacia* and *Eucalyptus viminalis* as influenced by container geometry. *European Journal of Scientific Research* 25(4): 567-573.
2. Amaral de Melo, L., A. Marques de Abreu, P. Dos Santos Leles, R. Rodrigues de Oliveira y D. da Silva. 2018. Quality and initial growth of seedlings *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. produced in different volumes of containers. *Ciência Florestal* 28(1): 47-55.
3. Barajas-Rodríguez, J., A. Aldrete, J. Vargas-Hernández y J. López-Upton. 2004. La poda química en vivero incrementa la densidad de raíces en árboles jóvenes de *Pinus greggii*. *Agrociencia* 38: 545-553.
4. Birchler, T., R. Rose, A. Royo y M. Pardos. 1998. La Planta Ideal: Revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Investigación Agraria-Sistemas y Recursos Forestales* 7(1-2): 109-121.
5. Burkhart, B. 2006. Selecting the right container for revegetation success with tap-rooted and deep-rooted Chaparral and oak species. *Ecological Restoration* 24(2): 87-92.
6. Chirino, E., A. Vilagrosa, E.I. Hernández, A.

- Matos y V. Vallejo. 2008. Effects of a deep container on morpho-functional characteristics and root colonization in *Quercus suber* L. seedlings for reforestation in Mediterranean climate. *Forest Ecology and Management* 256: 779-785.
7. Dickson, A., A.L. Leaf y J.F. Hosner. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle* 36: 10-13.
 8. Ferrari, A. y L. Wall. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 105(2): 63-87.
 9. Gilman, E., M. Paz y C. Harchick. 2010. Root ball shaving improves root systems on seven tree species in containers. *Journal of Environmental Horticulture* 28(1): 13-18.
 10. Gilman, E. 1990. Tree root growth and development. II. Response to culture, management and planting. *Journal of Environmental Horticulture* 8(4): 220-227.
 11. Gusmão Figueiró, C., F. Ferreira Macedo, L. de Freitas Fialho, C. M. Simões da Silva y W.L. Cândido. 2017. Efeito do recipiente e do método de superação de dormência no crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake. *Enciclopédia Biosfera* 14(25): 490-497.
 12. Hunt, G.A. 1990. Effect of stryrobblock design and copper treatment on morphology of conifer seedlings. *Taget Seedlings Symposium, Meeting of the Western Forest Nursery Associations*. Foresty Service. Roseburg, OR, USA. pp. 218-222.
 13. Kuo, F.E. 2003. Social Aspects of Urban Forestry: The role of arboriculture in a healthy social ecology. *Journal of Arboriculture* 29(3): 148-155.
 14. Landis, T., R. Tinus, S. McDonald y J. Barnett. 1990. The container tree nursery. Vol 5. *Agricultural Handbook* 674. Department of Agriculture. Forest Service. Washington, D.C. pp. 101-167.
 15. Lisboa, A.C., P.S. Dos Santos, S.N. de Oliveira Neto, D.N. De Castro y A.H. Marques de Abreu. 2012. *Revista Árvore, Viçosa-MG* 36(4): 603-609.
 16. Noguera-Talavera, A, N. Reyes-Sánchez, J. J. Membreño, C. Duarte-Aguilar y B. Mendieta-Araica. 2014. Calidad de plántulas de tres especies forrajeras (*Moringa oleifera* Lam., *Leucaena leucocephala* y *Cajanus cajan*) en condiciones de vivero. *Revista científica La Calera* 14(22): 21-27.
 17. Nowak, D. y D. Crane. 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental pollution* 116: 381-389.
 18. Muñoz-Flores, H., J. Sáenz-Reyes, V. Coria-Avalos, J. García-Magaña, J. Hernández-Ramos y G. E. Manzanilla-Quijada. 2015. Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, municipio Zitácuro, Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 6(27): 72-89.
 19. Oliet, J., M. Segura, F. Domínguez, E. Blanco, R. Serrada, M. López y F. Artero. 1999. Los fertilizantes de liberación controlada lenta aplicados a la producción de la planta forestal de vivero: Efecto de dosis y formulaciones sobre la calidad de *Pinus halapensis* Mill. *Investigación Agraria-Sistemas y Recursos Forestales* 8(1): 207-228.
 20. Olivo, V. y C. Buduba. 2006. Influencia de seis sustratos en el crecimiento de *Pinus ponderosa* producido en contenedores bajo condiciones de invernáculo. *Bosque* 27(3): 267-271.
 21. Orozco Gutiérrez, G., H. Muñoz Flores, A. Rueda Sánchez, J. Sígala Rodríguez, J. Prieto Ruiz y J. J. García Magaña. 2010. Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros forestales del estado de Colima. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1(2): 134-145.
 22. Ouma, G. 2007. Effect of different container sizes and irrigation frequency on the morphological and physiological characteristics of mango (*Mangifera indica*) rootstock seedlings. *International J. of Botany* 3(3): 260-268.
 23. Pineda-Ojeda, T., V. Cetina-Alcalá, J. Vera-Castillo, C. Cervantes-Martínez y A. Khalil Gardezi. 2004. El trasplante contenedor-contenedor (1+1) y contenedor-raíz desnuda (P+1) en la producción de plantas de *Pinus greggii* Engelm. *Agrociencia* 38: 679-686.
 24. Reyes, J., A. Aldrete, V.M. Cetina y J. López-Upton. 2005. Producción de plántulas de *Pinus*

- pseudostrobus* var. *Apulcensis* en sustratos en base de aserrín. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 11(2): 105-110.
25. Román, A., J. Vargas, G. Baca, A. Trinidad y M. Alarcón. 2001. Crecimiento de plántulas de *Pinus greggii* Engelm., en respuesta a la fertilización. Ciencia Forestal en México 26(89): 19-43.
26. Roque Pinto, L., D. Santana Costa Souza, A. Brito Novaes, R. de Cássia Antunes Lima de Paula y A.L. Aguiar Júnior. 2017. Qualidade de mudas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. producidas em diferentes recipientes. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia 14(25): 1095-1104.
27. Tsakaldini, M., T. Zagas, T. Tsitsoni y P. Ganatsas. 2005. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two Mediterranean evergreen oak species raised in different container types. Plant and Soil 278: 85-93.
28. Vogt, J., S. Watkins, S. Mincey, M. Patterson y B. Fischer. 2015. Explaining planted-tree survival and growth in urban neighborhoods: A social-ecological approach to studying recently-planted trees in Indianapolis. Landscape and Urban Planning 136: 130-143.
29. Zumkeller, D., J.A. Galbiatti, R.C. de Paula y J.L. Soto. 2009. Producción de plantas de *Tabebuia heptaphylla* en diferentes sustratos y niveles de irrigación, en condiciones de vivero. Bosque 30(1): 27-35.